

嵌合方式合成セグメントの幅広化について—線載荷試験結果報告—

新日本製鐵株式会社 正会員 ○中島正整 佐田 崇
三宅正人 石田宗弘

1. はじめに

当社はシールドトンネル用セグメントとして、二次覆工省略型嵌合方式合成セグメント（以下 NM セグメント）の開発に取り組んでいる。NM セグメントの主な特徴は、①鋼—コンクリート合成構造であるため高耐力薄肉セグメントである、②嵌合構造による高耐力・高止水構造である、③ボルトレス継手による急速組立てが可能なことにあり、既に、地下河川トンネル、地下鉄、道路トンネル等の大口径トンネル(最大トンネル外径 13.2m)にも採用され、実施工によりその特性が実証されている。現在は工期短縮による公共事業のコスト削減を目的として NM セグメントの幅広化を図っているが、今回、幅 2400mm、桁高 300mm、幅/桁高=8.0 のセグメント耐力試験を実施したのでその結果を報告する。



図-1 NM セグメント

2. 試験概要

図-2 に今回の試験で用いた試験体の断面図を示す。NM セグメントは主構造として①嵌合構造の H 形状鋼主桁、継手面板により形成される外鋼殻、②中詰めコンクリート、補助構造として③縦リブ、④幅止め鉄筋、⑤ひび割れ防止筋にて構成されている。試験体は既に実用化されている NM セグメントのフランジ仕様を変

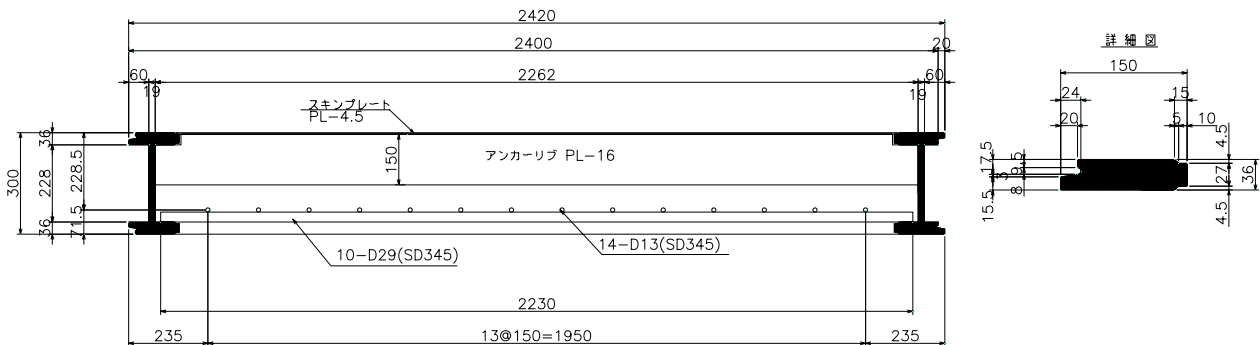


図-2 試験体断面図

更せず、セグメント幅を 2400mm に幅広化した仕様としており、試験体寸法は長さ 4600mm、幅 2400mm、桁高 300mm である。

図-3 に示すように、平板型試験体に対して長さ 2400mm の載荷治具を中心間隔 1000mm で二本押し当てる線載荷試験を行った。試験体は両端単純支持とし、荷重はスキンプレート側が上面となる方向（正曲げ）に許容レベル（809kN）、降伏レベル（1240kN）まで載荷・除荷を繰り返し、最終的には試験体鉛直方向変位が曲げスパンの 16%（160mm）となるまで載荷した。

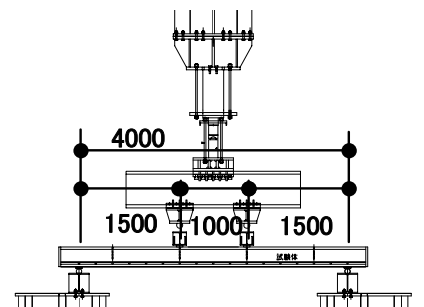


図-3 載荷板と試験体

キーワード シールドトンネル覆工 NM セグメント 幅広化 線載荷試験

連絡先 〒100-8071 東京都千代田区大手町二丁目 6 番 3 号 tel : 03-3275-6973

3. 試験結果

NM セグメントの構造解析は、①主桁を鉄筋に換算、②コンクリートは全幅有効（引張側無効）、③スキンプレートは無視、としたRC断面（以下「構造モデル」と記す）として行っている。本稿では構造解析結果と試験結果の比較に着目して報告することとする。なお、本試験における構造解析で用いた材料物性値は試験体の実測値を用いており、表-1 に材料基準値と試験体実測値について材料物性値を記載する。

表-1 材料物性値

	鋼 (SM490)		コンクリート	
	降伏強度 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)	降伏強度 (N/mm ²)	静弾性係数 ($\times 10^4$ N/mm ²)
設計値	315	490	42	3.3
実測値	328.0	546.8	55.1	3.597

(1) M- ϕ 関係

載荷荷重から算出した試験体中央部の発生曲げモーメント M と試験体鉛直変位から算出した試験体中央部の曲率 ϕ の関係を図-5 に示す。降伏レベルまで構造解析による M - ϕ 計算結果と今回の試験結果は良い一致を示している。また、終局状態においても耐力が低下することなく高い変形性能を示しており、優れた靱性を有していることが分かる。

(2) 中立軸位置

主桁に貼付したひずみゲージにより計測したひずみから算出した主桁の中立軸位置と構造解析により算出した中立軸位置を図-6 に示す。いずれも中立軸位置は圧縮縁から約 95mm の位置となり、実験結果と解析結果はほぼ一致している。

4. 結論

今回、幅 2400mm、幅/桁高=8.0 の NM セグメントの線載荷試験を行い、NM セグメントの設計に適用している構造モデルの妥当性と、部材終局レベルにおけるセグメントの耐荷性能を確認した。その結果、下記事項が確認された。

① 中立軸位置算定において構造解析結果と試験結果

果は良い一致を示しており、本構造モデルを用いた設計が幅 2400mm、幅/桁高=8.0 の広幅 NM セグメントにおいても妥当である

② 降伏荷重まで構造解析結果と試験結果とは M- ϕ 関係において良く一致しており、本構造モデルにより幅 2400mm、幅/桁高=8.0 の広幅 NM セグメントの弾性域における変形を精度良く推定できる

③ 試験結果による終局耐力は本構造解析による算定値を上回っており、本構造モデルにより耐力を安全側で予測できる

④ 終局荷重以上の載荷においてもセグメントに耐力低下は見られず、幅 2400mm、幅/桁高=8.0 の広幅 NM セグメントは高い靱性を有する

以上より、幅 2400mm、幅/桁高=8.0 の広幅 NM セグメントは本構造モデルにより設計可能であり、また強度的にも十分可能であると考えられる。



図-4 載荷状況

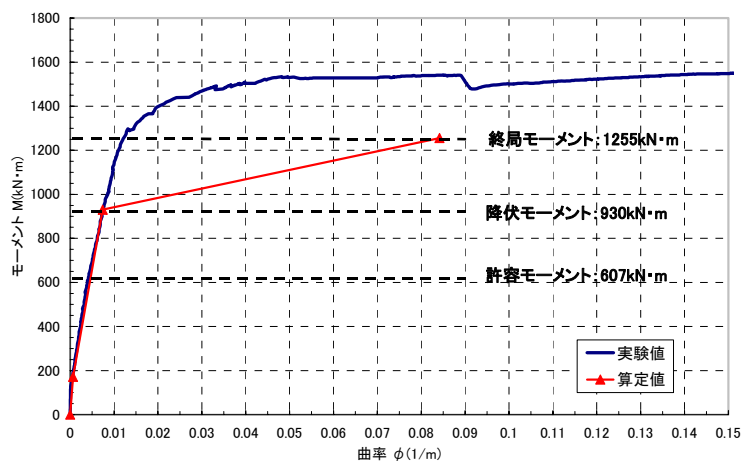


図-5 M- ϕ 関係

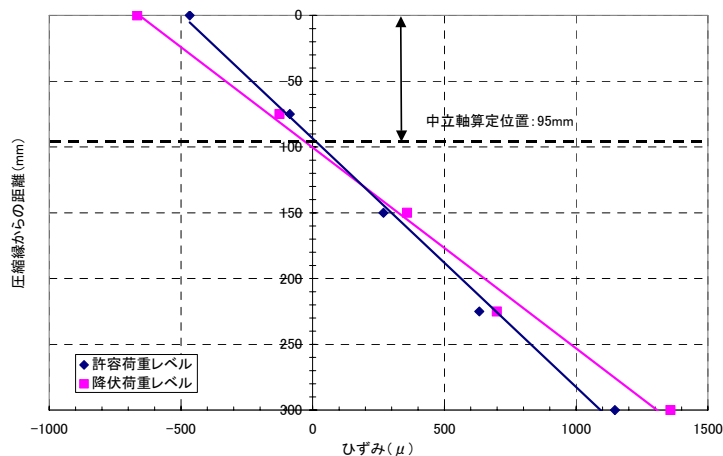


図-6 中立軸位置